



**Europäisches  
Patentamt**

**European  
Patent Office**

**Office européen  
des brevets**

REC'D 30 APR 2004

WIPO

PCT

**Bescheinigung**

**Certificate**

**Attestation**

Die angehefteten Unterla-  
gen stimmen mit der  
ursprünglich eingereichten  
Fassung der auf dem näch-  
sten Blatt bezeichneten  
europäischen Patentanmel-  
dung überein.

The attached documents  
are exact copies of the  
European patent application  
described on the following  
page, as originally filed.

Les documents fixés à  
cette attestation sont  
conformes à la version  
initialement déposée de  
la demande de brevet  
européen spécifiée à la  
page suivante.

**Patentanmeldung Nr. Patent application No. Demande de brevet n°**

03006962.9

## **PRIORITY DOCUMENT**

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

Der Präsident des Europäischen Patentamts;  
Im Auftrag

For the President of the European Patent Office

Le Président de l'Office européen des brevets  
p.o.

**R C van Dijk**



Anmeldung Nr:  
Application no.: 03006962.9  
Demande no:

Anmeldetag:  
Date of filing: 26.03.03  
Date de dépôt:

Anmelder/Applicant(s)/Demandeur(s):

SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT  
Wittelsbacherplatz 2  
80333 München  
ALLEMAGNE

Bezeichnung der Erfindung/Title of the invention/Titre de l'invention:  
(Falls die Bezeichnung der Erfindung nicht angegeben ist, siehe Beschreibung.  
If no title is shown please refer to the description.  
Si aucun titre n'est indiqué se référer à la description.)

Kühlbares Schichtsystem

In Anspruch genommene Priorität(en) / Priority(ies) claimed / Priorité(s)  
revendiquée(s)  
Staat/Tag/Aktenzeichen/State/Date/File no./Pays/Date/Numéro de dépôt:

Internationale Patentklassifikation/International Patent Classification/  
Classification internationale des brevets:

F01D/

Am Anmeldetag benannte Vertragsstaaten/Contracting states designated at date of  
filing/Etats contractants désignées lors du dépôt:

AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IT LU MC NL  
PT SE SI SK TR LI

## Kühlbares Schichtsystem

Die Erfindung betrifft ein kühlabares Schichtsystem gemäß Oberbegriff der Anspruchs 1.

5

Aus der US-PS 5,080,557 ist ein Schichtsystem bekannt, bei dem unterhalb einer Wand eine poröse Struktur angeordnet ist, durch die ein Kühlmedium strömt. Dieser Schichtaufbau ist re-

10 lativ dick und schlecht zu kühlen.

Die US-PS 5,820,337, die US-PS 5,640,767 sowie die US-PS 5,392,515 zeigen aus einem Substrat gebildete Turbinenschau-

15 feln, bei denen unterhalb einer äußeren Wand, die dasselbe Material wie das Substrat aufweist, Kühlkanäle angeordnet sind. Die Kühlung der äußersten Beschichtung auf der äußeren Wand ist vielfach nicht ausreichend.

Die EP 1 007 271 B1 zeigt eine prallgekühlte Gasturbinen-

20 schaufel, die allerdings keine Kühlkanäle unterhalb der äußeren Wand aufweist. Die Erhebungen dienen zur Stützung der äußeren Wand und bilden keine Kühlkanäle.

Es ist daher Aufgabe der Erfindung, die Kühlung eines

25 Schichtsystems zu verbessern.

Die Aufgabe wird gelöst durch ein kühlabares Schichtsystem gemäß Anspruch 1.

30

In den Unteransprüchen sind weitere vorteilhafte Maßnahmen zur Verbesserung des gekühlten Schichtsystems aufgelistet.

Die in den Unteransprüchen aufgelisteten Maßnahmen können in

35 vorteilhafter Weise miteinander kombiniert werden.

Ausführungsbeispiele der Erfindung sind im folgenden erläutert.

Es zeigen

- 5 FIG 1 ein erstes Ausführungsbeispiel des kühlbaren Schichtsystems,  
FIG 2 ein weiteres Ausführungsbeispiel eines kühlbaren Schichtsystems, und  
die FIG 3, 4, 6  
10 weitere Modifikationen des kühlbaren Schichtsystems, und  
FIG 5 einen speziell ausgebildeten Kühlkanal.
- 15 FIG 1 zeigt ein kühlbares Schichtsystem 1.  
Das Schichtsystem 1 weist ein Substrat 4 auf. Das Substrat 4 ist beispielsweise eine Keramik oder ein Metall, insbesondere eine Superlegierung (nickel- oder kobaltbasiert) für Gasturbinenbauteile (Turbinenschaufel, Brennkammerauskleidung,...).  
20 Auf dem Substrat 4 ist zumindest eine Beschichtung 7 aufgebracht. Die Beschichtung 7 kann eine metallische MCrAlY-Beschichtung sein, wie sie bei Gasturbinenschaufeln verwendet wird (M= Cr oder Fe oder Ni; Y= Yttrium oder Seltene Erde).  
Darüber hinaus kann auf der Beschichtung 7 noch eine keramische Beschichtung, beispielsweise eine Wärmedämmschicht 9  
25 (FIG 6), aufgebracht sein.

Ausgehend von der Oberfläche 22 des Substrats 4 ist zumindest ein Kühlkanal 10 innerhalb der Beschichtung 7 ausgebildet,  
30 d.h. der Kühlkanal 10 entsteht durch Entfernen von Material der Beschichtung 7 oder durch Auftragen der Beschichtung 7 unter Aussparung eines entsprechenden Hohlraums.  
Somit wird der größte Teil der Umfangsfläche des Kühlkanals 10 durch die Beschichtung 7 gebildet. Die Oberfläche 22  
35 bleibt meistens unbearbeitet.

Eine Zufuhr von einem Kühlmedium erfolgt über eine Kühlmit-  
telzufuhr 13, die zumindest im Substrat 4 ausgebildet ist und  
in zumindest einen Kühlkanal 10 führt.

Die Kühlkanäle 10 sind somit in der unmittelbaren Nähe einer  
5 äußeren Oberfläche, die mit einem Heißgas 8 in Kontakt treten  
kann, angeordnet. So kann die Beschichtung 7, die höheren  
Temperaturen ausgesetzt ist als das Substrat 4, besser ge-  
kühlt werden.

10

Die FIG 2 zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel eines kühl-  
baren Schichtsystems 1.

Hier sind die Kühlkanäle 10 nicht durch Kanäle innerhalb der  
Beschichtung 7, sondern durch Vertiefungen 23 im Substrat 4

15

angeordnet.  
Die Beschichtung 7 bildet einen Teil der Innenfläche des  
Kühlkanals 10 und schließt diesen nach außen hin ab.

20

Ebenso ist es möglich, dass die Kühlkanäle 10 sowohl im Sub-  
strat 4 als auch in der Beschichtung 7 angeordnet sind.

FIG 6 zeigt Kühlkanäle 10 zwischen zwei Beschichtungen 7, 9.

Der Kühlkanal 10 kann auch durch eine Vertiefung 23 (gestri-  
25 chelt angedeutet) in der Beschichtung 7 ausgebildet sein.

Die Kühlkanäle 10 gemäss FIG 1, 6 werden beispielsweise wie  
folgt hergestellt.

30 Auf der Oberfläche 22 des Substrats 4 bzw. der Oberfläche der  
Beschichtung 7 werden Bahnen mit einem Füllmaterial gelegt,  
die im Querschnitt den herzustellenden Kühlkanälen 10 ent-  
sprechen.

Das Substrat 4 bzw. die Beschichtung 7 wird dann mit der Be-  
35 schichtung 7 bzw. der Beschichtung 9 beschichtet (Plasma-  
spritzen, Physical Vapour Deposition (PVP), Chemical Vapour  
Deposition (CVD), ...).

Anschließend werden die Bahnen mit dem Füllmaterial entfernt. Das Material für die Bahnen besteht beispielsweise aus Graphit, das nach der Beschichtung mit der Beschichtung 7, 9 ausgebrannt oder ausgelaugt werden kann.

5   Andere Materialien für das Füllmaterial sind möglich.

Für die Herstellung der Kühlkanäle 10 gemäss FIG 2 werden in die Oberfläche 22 des Substrats entsprechende Vertiefungen 23  
10   eingebracht. Die Vertiefungen 23 werden bspw. mit einem Füllmaterial aufgefüllt, das verhindert, dass Material der Beschichtung 7 bei der Beschichtung des Substrats 4 in die Kühlkanäle 10 eindringt.

Nach der Aufbringung der Beschichtung 7 oder der Aufbringung  
15   einer äusseren Wand wird das Füllmaterial wieder entfernt, so dass die Kühlkanäle 10 entstehen.

FIG 3 zeigt die Anordnung von Kühlkanälen 10 gemäss FIG 1, 2  
20   und 6 auf einer Oberfläche eines Bauteils 1 (Schichtsystem). Das Schichtsystem 1 ist beispielsweise eine Turbinenschaufel, die sich entlang einer radialen Richtung 16 erstreckt. Zumindest ein Kühlkanal 10 erstreckt sich in einer axialen Richtung 19, senkrecht ( $90^\circ$ ) zur radialen Richtung 16.

25   Die Kühlkanäle 10 können auch in einem von  $90^\circ$  abweichenden Winkel zur radialen Achse 16 verlaufen (FIG 4), bspw. etwa parallel zur radialen Richtung 16 ( $0^\circ$ ).

Es können sich auch alle Kühlkanäle (10) in einer Richtung  
30   erstrecken. Gruppen von Kühlkanälen können auch parallel zueinander verlaufen.

FIG 4 zeigt eine weitere Anordnungsmöglichkeit von Kühlkanälen 10 auf einer Oberfläche 22 oder einer Beschichtung 7  
35   eines Bauteils 1.

Zumindest zwei Kühlkanäle 10 kreuzen sich und stehen miteinander in Verbindung, d.h. ein Kühlmedium kann aus den Kühlkanal 10 in einen anderen Kühlkanal 10 strömen. Dadurch sind aufwendige, mäanderförmige Kühlkanäle überflüssig, da durch das Kreuzmuster der Kühlkanäle 10 die gesamte zu kühlende

5 Oberfläche erfasst wird. Wenn ein Kühlkanal 10 an einer Stelle verstopft ist, kann das Kühlmedium trotzdem über die anderen Kühlkanäle weiterfliessen.  
Das Kühlmedium K strömt über ein Einlass bspw. in die Kühlkanäle 10' und 10'' ein. Aus dem Kühlkanal 10'' gelangt das  
10 Kühlmedium unmittelbar in den Kühlkanal 10''' und 10'',  
usw..

Die Kühlkanäle 10 sind hier beispielsweise in Gruppen kreuzweise zueinander angeordnet, wobei die Kühlkanäle 10 innerhalb einer Gruppe parallel zueinander verlaufen.

Andere Anordnungen von sich kreuzenden Kühlkanälen sind denkbar.

20

FIG 5 zeigt ein speziell ausgebildeten Kühlkanal 10, bspw. ausgehend von FIG 1.

Da der Kühlkanal 10 zumindest teilweise an die nicht dargestellte Beschichtung 7 oder an eine äußere Wand angrenzt, weist der Kühlkanal 10 des herzustellenden Schichtsystems 1 ohne Beschichtungen oder ohne äußere Wand an der Oberfläche 22 eine Öffnung 24 auf.

Der Winkel  $\alpha$  zwischen der Oberfläche 22 und der Innenoberfläche des Kühlkanals 10 an der Öffnung 24 weist einen von 90° verschiedenen Wert auf. Dies bedeutet, dass der Kühlkanal 10 gegenüber der Oberfläche 22 Hinterschneidungen 26 aufweist.

Dadurch werden bei einem hohen thermischen Gradient zwischen  
35 äußerer heißer Beschichtung 7, 9 oder der Wand und Kühlkanal 10 thermische Spannungen zwischen den Beschichtungen 7, 9 oder der Wand und dem Substrat 4 reduziert.

Ein solcher Kühlkanal 10 mit Hinterschneidungen 26 kann auch in der Beschichtung 7 angeordnet sein (FIG 6).

Ein Kühlkanal 10 mit Hinterschneidungen 26 in dem Substrat 4 wird beispielsweise mit einem Fräser oder Schleifkopf 25 hergestellt, der an einem Ende kugel-, halbkugel- oder kegelförmig ausgebildet ist, hergestellt.

Zuerst wird mit dem Fräser 25 oder einem anderen zylindrischen Bohrer ein Loch in dem Substrat 4 erzeugt, indem er in einer Bohrrichtung 29 nahezu senkrecht zur Oberfläche 22 des Substrats 4 bewegt wird. Dann erfolgt ein durch Hin- und Herbewegen des Fräasers 25 in einer Richtung 32 senkrecht zur Bohrrichtung 29, wie durch den Pfeil angedeutet, wodurch die Hinterschneidungen 26 im Substrat 4 erzeugt werden.

Die verschiedenen Stellungen des Fräasers 25 bei der Hin- und Herbewegung sind gestrichelt angedeutet.



26. März 2003

7

## Patentansprüche

1. Kühlbares Schichtsystem (1),  
zumindest bestehend aus  
5 einem Substrat (4) und  
zumindest einer Beschichtung (7) auf dem Substrat (4),  
wobei Kühlkanäle (10) zur Kühlung verwendet werden,  
wobei die Kühlkanäle (10) zumindest teilweise an die Be-  
schichtung (7) angrenzen,

10 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass  
zumindest zwei Kühlkanäle (10) sich kreuzen.

- 15 2. Kühlbares Schichtsystem nach Anspruch 1,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass  
das kühlbare Schichtsystem (1) sich in einer radialen  
20 Richtung (16) erstreckt, und  
dass zumindest ein Kühlkanal (10) einen Winkel von 0°  
zur radialen Ausrichtung (16) aufweist.

- 25 3. Kühlbares Schichtsystem nach Anspruch 1 oder 2,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass  
das kühlbare Schichtsystem (1) sich in einer radialen  
Richtung (16) erstreckt, und  
30 dass zumindest ein Kühlkanal (10) einen Winkel von 90°  
zur radialen Ausrichtung (16) aufweist.

4. Kühlbares Schichtsystem nach Anspruch 1, 2 oder 3,  
dadurch gekennzeichnet, dass

das kühlbare Schichtsystem (1) sich in einer radialen  
Richtung (16) erstreckt, und

dass zumindest ein Kühlkanal (10) einen Winkel von grö-  
ßer 0° bis kleiner 90° zur radialen Ausrichtung (16)  
aufweist.

5. Kühlbares Schichtsystem nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet, dass

zumindest ein Kühlkanal (10) zumindest teilweise inner-  
halb der Beschichtung (7) angeordnet ist.

6. Kühlbares Schichtsystem nach einem oder mehreren der  
vorherigen Ansprüche.

dadurch gekennzeichnet, dass

zumindest ein Kühlkanal (10) zwischen zwei Beschichtun-  
gen (7, 9) angeordnet ist.

7. Kühlbares Schichtsystem nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet, dass

zumindest ein Kühlkanal (10) zumindest eine Hinter-  
schneidung (26) aufweist.

26. März 2003

## Kühlbares Schichtsystem

Auch Schichtsysteme mit Schutzbeschichtungen für den Heiss-  
gaseinsatz müssen gekühlt werden. Jedoch ist die Kühlung  
5 vielfach nicht ausreichend, da die Kühlkanäle relativ weit  
von der Außenoberfläche des Schichtsystems entfernt angeord-  
net sind.

Ein erfindungsgemäßes gekühltes Schichtsystem (1) weist Kühl-  
10 kanäle (10) auf, die sich kreuzen.

Figur 4

2003 03398

EPO - Munich  
73

26. März 2003

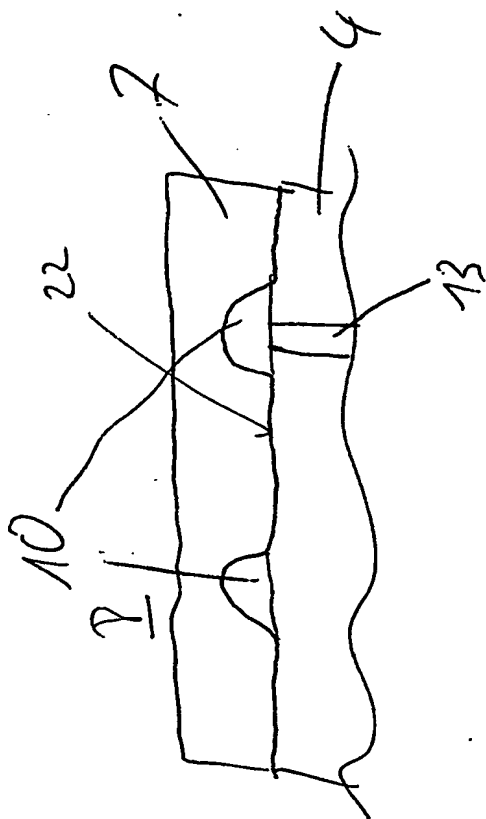


Fig 1



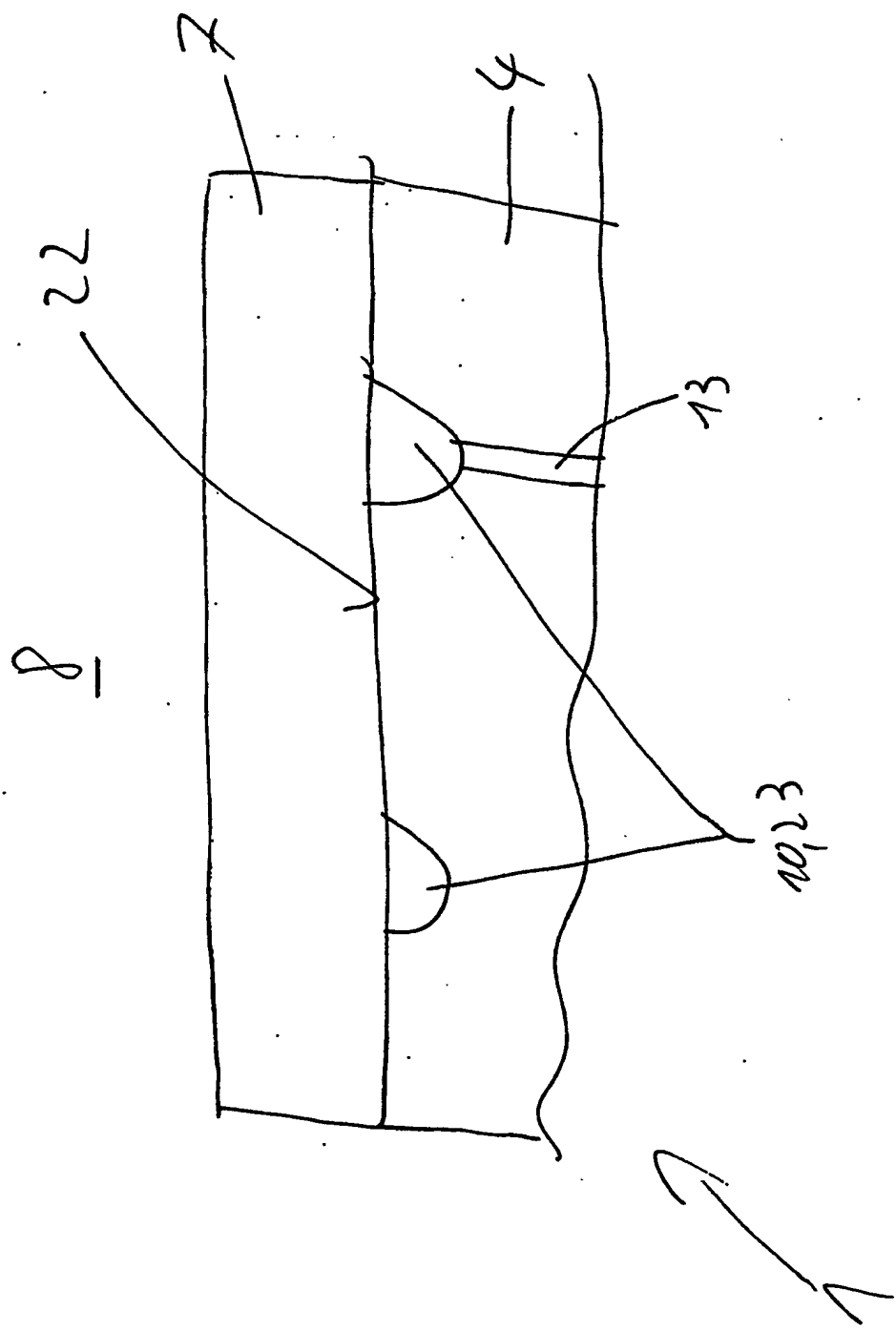


Fig 2

2003 03398

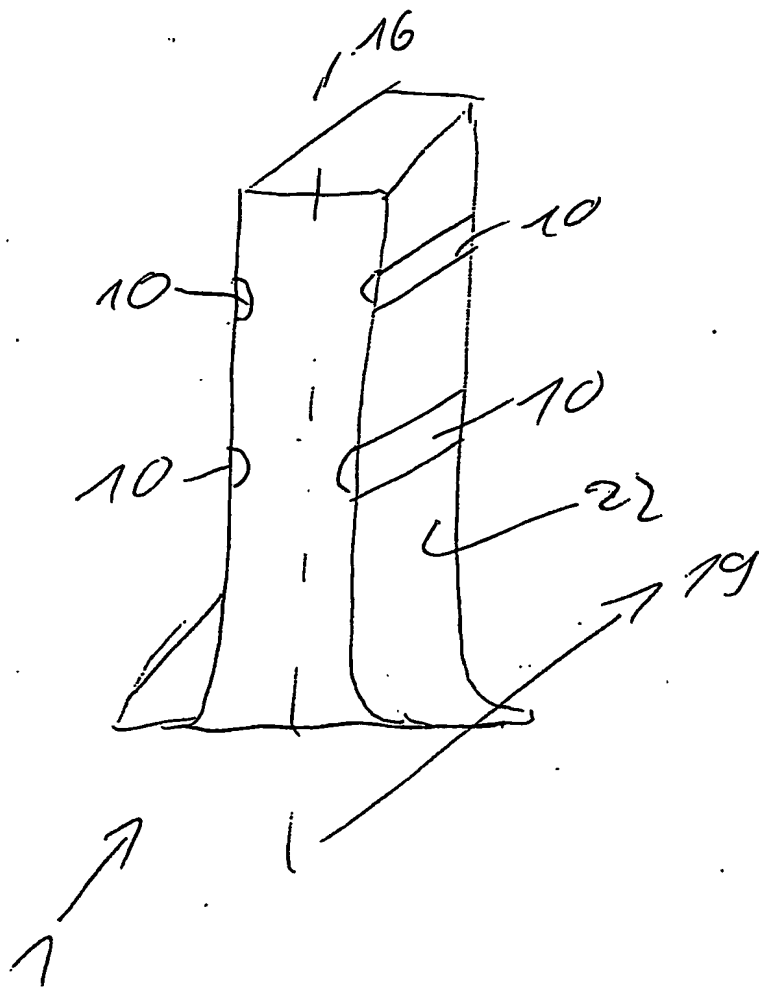


Fig 3

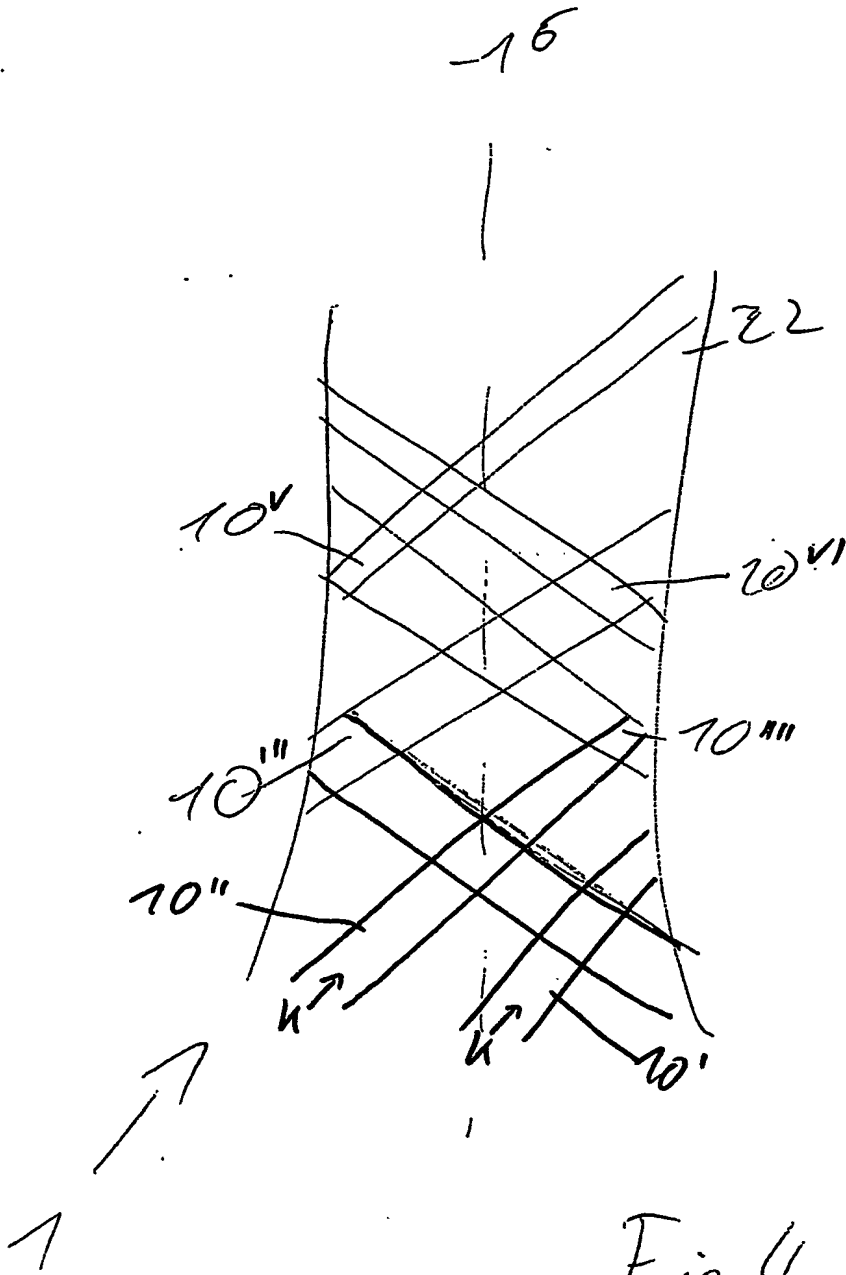


Fig 4

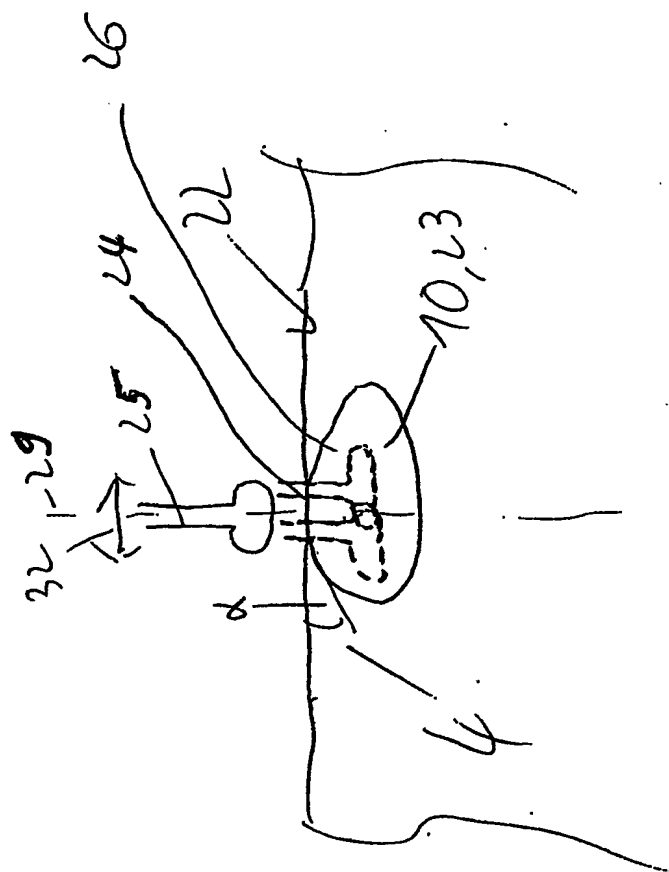


Fig 5



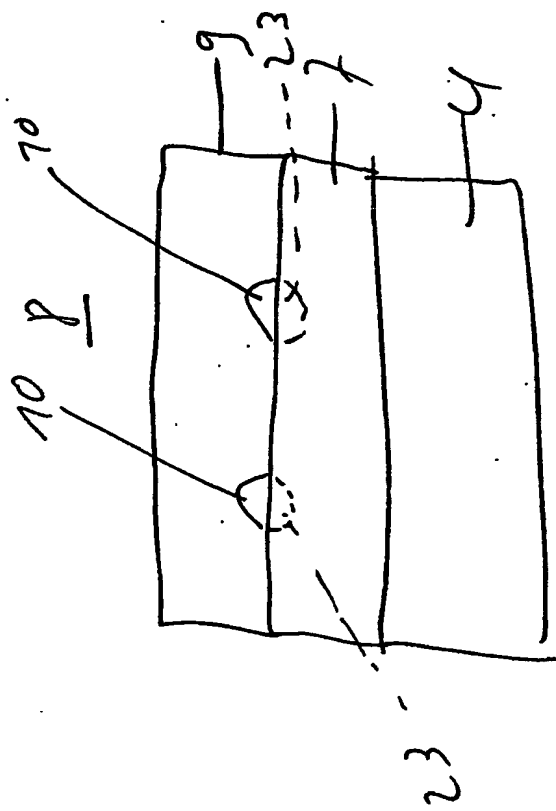


Fig 6